

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 09-210629

(43) Date of publication of application : 12.08.1997

(51) Int.Cl.

G01B 11/00
G01B 11/26
G03F 7/20
G03F 9/00
H01L 21/027

(21) Application number : 08-040468

(71) Applicant : CANON INC

(22) Date of filing : 02.02.1996

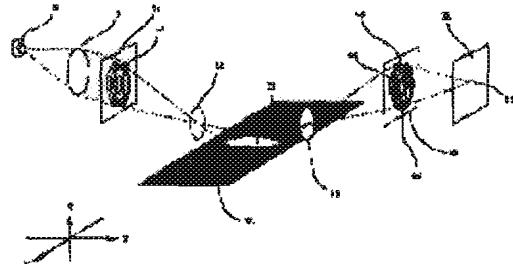
(72) Inventor : HASEGAWA MASANORI
MIYAZAKI KYOICHI
YOSHII MINORU

(54) SURFACE POSITIONING DETECTION DEVICE AND DEVICE-MANUFACTURING METHOD USING IT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect surface position information with high accuracy and ease without inference by nonuniformity of reflection factor or surface shape of a material surface by imaging an image of the first lattice on a to-be-detected material surface onto the second lattice having converging action with a re-imaging element far forcing moire fringe.

SOLUTION: With the light flux emitted from a light source 8, a pattern plate (the first lattice) 51 on the incident side on which a converging Fresnel zone plate(FZP) is drawn is irradiated through a collimator lens 9. The image of FZP 41 is projected on an area 21 on a wafer surface 56, acting as a to-be-detected material. Also on a pattern plate (the second lattice) 52 on the emitting side, a converging FZP 42 is drawn. The image of FZP 41 formed on the area 21 is, with a lens system 15, re-imaged on the pattern plate 52 surface as an FZP image 43. On the pattern plate 52, a moire fringe ZP 44 is formed with the projected FZP image 43 of the FZP 41 on the incident side and the FZP 42 on the emitting side. And, base on the displacement on a sensor surface 31 of a light flux spot 26 caused by the moire fringe ZP 44, surface position information of the wafer surface 56 is detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Condense the flux of light from the 1st grid which has the condensing operation illuminated with the lighting means with an image formation component, and incidence is carried out from across to a specimen object side. Form the image of this 1st grid on this specimen object side, and carry out image formation of the image of the 1st grid on this specimen object side on the 2nd grid which has a condensing operation with a re-image formation component, and a Moire fringe is formed. Field location detection equipment characterized by having acquired the field positional information of this specimen object side by detecting the condensing point location by this Moire fringe with a photodetector.

[Claim 2] Said 1st grid and 2nd grid are field location detection equipment of claim 1 characterized by being the 1-dimensional zone plate or two-dimensional zone plate with which focal distances differ mutually.

[Claim 3] When carrying out projection exposure of the pattern on the 1st body side on the 2nd body side according to projection optics, Condense the flux of light from the 1st grid which has the condensing operation illuminated with the lighting means with an image formation component, and incidence is carried out from across to this 2nd body side. Form the image of this 1st grid on this 2nd body side, and carry out image formation of the image of the 1st grid on this 2nd body side on the 2nd grid which has a condensing operation with a re-image formation component, and a Moire fringe is formed. The projection aligner characterized by acquiring the field positional information of this 2nd body side, and justifying the 2nd body side in the direction of an optical axis of this projection optics from this by detecting the condensing point location by this Moire fringe with a photodetector.

[Claim 4] Said 1st grid and 2nd grid are the projection aligner of claim 3 characterized by being the 1-dimensional zone plate or two-dimensional zone plate with which focal distances differ mutually.

[Claim 5] The manufacture approach of the device characterized by using the process which detects the field positional information on a wafer side using claim 1 or the field location detection equipment of 2 in case a device is manufactured through the process which exposes the circuit pattern on a reticle side on a wafer side.

[Claim 6] The manufacture approach of the device characterized by using claim 3 or the projection aligner of 4 in case a device is manufactured through the process which exposes the circuit pattern on a reticle side on a wafer side.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of a device of having used field location detection equipment and it. When projecting the electronic-circuitry pattern with detailed IC, LSI, etc. currently formed especially on the reticle (mask) side on a wafer side with a projection lens (projection optics) and exposing it, field positional information, such as a field location of the direction of an optical axis of this projection lens of this wafer side and an inclination, is detected. It is suitable in case the device of a high degree of integration is manufactured by locating this wafer in the best image formation side of projection optics.

[0002]

[Description of the Prior Art] From before, in the aligner of the contraction projection mold for semiconductor device manufacture, the circuit pattern of the reticle as the 1st body was projected on the wafer as the 2nd body according to the projection lens system, and is exposed. At this time, the location of the direction of an optical axis of a wafer side is detected using field location detection equipment in advance of projection exposure, and this wafer side is made to be located in the best image formation side of a projection lens.

[0003] As field location detection equipment, conventionally, to the semi-conductor wafer side established in the location where a mask pattern is imprinted with a projection lens, incident light is irradiated from across and many field location detection equipments of the oblique-incidence method which detects the reflected light aslant reflected from the semi-conductor wafer front face, and detects the surface location are used.

[0004] Drawing 6 is the schematic diagram of conventional field location detection equipment. This drawing shows the case where it applies to the aligner which carries out projection exposure of the pattern on the 71st page of a reticle with the projection lens 72 at the 73rd page of a wafer.

[0005] In this drawing, the illumination light injected from the optical fiber 75 is illuminating the pattern formation plate 77 through a condenser lens 76. The illumination light which penetrated the pattern prepared in the pattern formation plate 77 has projected the image of this pattern on the exposure side of a wafer 73 through a lens 78, a mirror 79, and the exposure objective lens 80. At this time, projection image formation of the image of the pattern prepared on the pattern formation plate 77 is carried out to the exposure side of a wafer 73 from across to the optical axis AX of the projection lens 72. Incidence of the illumination light reflected with the wafer 73 is carried out to the light-receiving side of an electric eye 84 through the condensing objective lens 81, a mirror 82, and the image formation lens 83, and re-image formation of the image of the pattern on the pattern formation plate 77 is carried out to the light-receiving side 85 of an electric eye 84 at this time. Among drawing, if a wafer 73 moves in the vertical direction (the optical-axis AX direction), the image of a pattern will move the light-receiving side 84 top to right and left, and will have detected the field location of the optical-axis AX direction of a wafer 73 by computing the location of the pattern by the arithmetic circuit 86.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the field location detection equipment shown in drawing 6, the image of the pattern projected on a wafer 73 has the magnitude of finite. If the reflection factors of a wafer side differ locally in the field which has projected that pattern at this

time, in order that the quantity of light center of gravity of the pattern on the light-receiving side 85 may shift, in case field location detection of a wafer 73 is carried out, a detection error occurs. In order to reduce this error, there is the approach of making a pattern image small, but if it is made not much small, since it is not flat, the reflected light will be kicked from the light-receiving NA of the image formation lens 83, and the trouble that the reflected light from a pattern image is undetectable will produce the front face of a wafer 73.

[0007] The attempt in which the detection error factor at this time will be mitigated according to the equalization effectiveness by multipoint measurement is proposed by JP,6-283403,A. However, it is very difficult on manufacture processing to project the image of a pattern over the whole measurement side surface, and only for the number of the patterns to arrange an electric eye.

[0008] A projection means to project a predetermined pattern on this body side from an oblique position in case this invention detects the field positional information of a body side with an oblique-incidence method. By setting up appropriately each element of a re-image formation means to carry out re-image formation of the pattern formed in this body side on a predetermined side from an oblique position It aims at offer of the manufacture approach of the device using the field location detection equipment and it which can detect field positional information with high precision and easily, without being projected the shape of reflection factor unevenness or surface type of a body side.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The field location detection equipment of this invention condenses the flux of light from the 1st grid which has the condensing operation illuminated with the lighting (1-1) means with an image formation component, and it is made it to carry out incidence from across to a specimen object side. Form the image of this 1st grid on this specimen object side, and carry out image formation of the image of the 1st grid on this specimen object side on the 2nd grid which has a condensing operation with a re-image formation component, and a Moire fringe is formed. It is characterized by having acquired the field positional information of this specimen object side by detecting the condensing point location by this Moire fringe with a photodetector.

[0010] It is characterized by especially said (1-1-1) 1st grid and 2nd grid being the 1-dimensional zone plate or two-dimensional zone plate with which focal distances differ mutually.

[0011] When the projection aligner of this invention carries out projection exposure of the pattern on the 1st (2-1) body side on the 2nd body side according to projection optics, Condense the flux of light from the 1st grid which has the condensing operation illuminated with the lighting means with an image formation component, and incidence is carried out from across to this 2nd body side. Form the image of this 1st grid on this 2nd body side, and carry out image formation of the image of the 1st grid on this 2nd body side on the 2nd grid which has a condensing operation with a re-image formation component, and a Moire fringe is formed. It is characterized by acquiring the field positional information of this 2nd body side, and justifying the 2nd body side in the direction of an optical axis of this projection optics from this by detecting the condensing point location by this Moire fringe with a photodetector.

[0012] It is characterized by especially said (2-1-1) 1st grid and 2nd grid being the 1-dimensional zone plate or two-dimensional zone plate with which focal distances differ mutually.

[0013] The manufacture approach of the device of this invention is characterized by manufacturing the device through the process which exposes the circuit pattern on a reticle side on a wafer side using the field location detection equipment of a configuration (1-1), or the projection aligner of a configuration (2-1).

[0014]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the important section perspective view of the operation gestalt 1 of the field location detection equipment of this invention. This operation gestalt shows as a body the case where the field positional information of the perpendicular direction (Z direction) of the wafer side is detected, using the wafer for device manufacture.

[0015] In drawing 1, the flux of light injected from the light source means 8 is made the parallel flux of light by the collimator lens 9, and is irradiating the pattern plate 51 (the 1st grid) by the side of the incidence by which the Fresnel zone plate 41 by the side of incidence (henceforth "FZP") is drawn. The light source means 8 and the collimator lens 9 constitute an element of a lighting means. The

pattern plate 51 consists of Xtal etc. and FZP41 is drawn with chromium etc. on it. FZP41 consists of the Fresnel zone plate of condensing nature with a focal distance f_1 . FZP41 and the wafer side 56 are conjugate about the lens system (image formation component) 12, and the image of FZP41 is projected on the field 21 on the wafer side 56.

[0016] 15 is a lens system (re-image formation component). 52 is a pattern plate by the side of injection (the 2nd grid), it consists of the pattern plate 51 and the same glass plate, and the Fresnel zone plate FZP42 of the condensing nature which has a focal distance f_2 on the field is drawn.

According to the lens system 15, re-image formation of the image of FZP41 formed in the field 21 is carried out as a FZP image 43 on the 52nd page of the pattern plate in a field 21 and a location [****]. In addition, FZP 41 and 42 all has the two-dimensional condensing operation.

[0017] The lens system 12 and the lens system 15 consist of two or more lenses in fact. On a glass plate 52, Moire fringe ZP44 is formed of FZP42 by the side of the FZP image 43 of FZP41 by the side of the projected incidence, and outgoing radiation. 26 is the condensing point (spot) of the flux of light by Moire fringe ZP44. 31 is a sensor side and has detected the positional information of a spot 26. The FZP image 43 of FZP41 projected on the glass plate 52 is [as opposed to / when whenever / incident angle / of the flux of light to the wafer side 56 / is small / the variation rate of ΔZ direction (the wafer side 56 and perpendicular direction) of the wafer side 56 / about] on a glass plate 52. -Only $k\Delta Z$ is displaced (when a lens system 15 is a k times as many image formation system as this). When the wafer side 56 and a glass plate 52 are conjugate wafer conjugated system, this $-k$ becomes the detection scale factor of the field positional information of the wafer side 56.

[0018] With this operation gestalt, the field positional information of the wafer side 56 is detected from the variation rate of the spot 26 on the sensor side 31. For this reason, with this operation gestalt, $-k\beta$ which carried out the multiplication of the scale factor β by moire to this has a final detection scale factor. The scale factor β of moire is computed by $\beta=1/|1-f_1/-f_2|$ from the focal distances f_1 and f_2 of two FZP(s) 41 and 42.

[0019] For example, it will be set to $\beta=50$ if $f_1=100\text{mm}$ and $f_2=102\text{mm}$. That is, by the field location detection system of this operation gestalt, there is the description that 50 times as many detection sensitivity as this is obtained compared with the field location detection system of the usual wafer conjugated system.

[0020] Moreover, when the lens system 15 was made into the actual size image formation system ($k=1$) and the wafer side 56 displaces $+1$ micrometer to a Z direction, a spot 26 displaces -50 micrometers of the sensor side 31 tops. As a detector which detects the variation rate of a spot 26, CCD and a location detection sensor like PSD are usable. The output signal from a sensor 31 is used in the semi-conductor aligner of for example, a step-and-repeat method as the amendment signal for correcting the height of a stage, and an inclination, and a desired value signal for controlling them in the aligner of a step and a scanning method.

[0021] With this operation gestalt, the field positional information of the wafer side 56 is detected with high precision by using two FZP(s) 41 and 42 as mentioned above. Moreover, with this operation gestalt, it is the wafer front face 56, a pupil surface, and conjugate for the spot 26 on the 31st page of a sensor. In wafer conjugated system, since the reflection factor unevenness on the front face 56 of a wafer turns into brightness unevenness of direct detection light, it is difficult for it to abolish the height detection error of a wafer side theoretically. However, in this operation gestalt, since the wafer side and the reference pattern side are conjugate, reflection factor unevenness produces the FZP image 43 which carried out re-image formation, but since the location which the spot 26 on the 31st page of a final sensor generates is express with the function of only the location of the FZP image 43, and the location of FZP42 by the side of outgoing radiation, it has the advantage of not be theoretically influence of the reflection factor unevenness of a wafer side.

[0022] Moreover, with this operation gestalt, it is effective in arrangement of the measurement system for field location detection being easy, without only the number of point of measurement arranging a slit and a sensor, since the field information on a measuring plane-ed is collected by the positional information of the measurement spot 26 (since it being equalized).

[0023] Moreover, since the signal which cannot be influenced easily the shape of reflection factor unevenness or surface type of a wafer side in this way is projected on the sensor side 31, it is suitable

especially for the field location detection equipment with which the complicated processing for the field location detection becomes unnecessary, and high-speed processing is demanded like a step and a scan.

[0024] Drawing 2 is the important section perspective view of the operation gestalt 2 of the field location detection equipment of this invention. The-like primary zone plates 46 and 47 which have power are used only for the Z direction instead of a two-dimensional zone plate being used for this operation gestalt compared with the operation gestalt 1 of drawing 1 , The cylindrical lens 19 which has power in the direction of X is formed behind [by the side of outgoing radiation] FZP47, And a detection principle, a detection scale factor, etc. of other fundamental configurations which it only differs in that this is detecting field positional information of the wafer side 56, and used the Moire fringe are the same.

[0025] This operation gestalt is integrated with the height information on the direction of X according to a lens operation of a cylindrical lens 19, and the average height of the two-dimensional measurement area 22 on the wafer side 56 is found as a function of the location of the measurement spot 27 on a line sensor 32 as a result. the merit of forming FZP 46 and 47 into 1 dimension should lose the sensitivity to the direction of [other than the detection direction (Z)] -- it is easy to illuminate [***** and] rectangular area. In especially a step and the aligner of a scan, since the lighting field of exposure light becomes a form near a rectangle, it is desirable for the detection field of field location detection equipment to also serve as a form near it.

[0026] Drawing 3 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 3 when applying the field location detection equipment of this invention to the projection aligner of the step-and-repeat method for device manufacture or a step, and a scanning method.

[0027] In this drawing, the reticle 1 laid in the reticle stage 2 with the exposure light from the exposure illumination system 3 is illuminated, and sequential projection exposure is carried out by the step-and-repeat method or the step, and the scanning method on the 5th page of the wafer which laid the circuit pattern on the 1st page of a reticle in the wafer chuck 6 by projection optics 4. It is made to scan in the direction which a reticle stage 2 or/and the wafer stage 7 are synchronized, and intersects perpendicularly with an optical axis at the time of a step and a scanning method, and it is performed. Field location detection equipment consists of the configuration shown in drawing 1 or drawing 2 , detects the field positional information of the direction of an optical axis of the 5th page of a wafer (Z direction), makes the XYZ stage 7 drive by the driving means (un-illustrating) based on this detection result, and, thereby, is making alignment the best image formation side of projection optics 4 for the wafer 5.

[0028] The configuration as field location detection equipment uses the configuration shown in drawing 1 or drawing 2 . That is, FZP41 (46) of the pattern plate 51 (53) is illuminated by the flux of light from the light source means 8 and the lighting means which consists of a collimator lens 9. The lens system 12 is carrying out image formation of FZP41 (46) from the oblique position on the 5th page of a wafer through mirrors 11 and 13. A lens system 15 carries out re-image formation of the image of FZP41 (46) on the 5th page of a wafer on FZP52 (47) side through mirrors 14 and 16 from an oblique position, and, thereby, forms the Moire fringe. The sensor 31 (32) has detected the location of the spot produced from a Moire fringe. When 1-dimensional FZP 46 and 47 is used, it has equipped with the cylindrical lens 19 into an optical path.

[0029] With this operation gestalt, the field positional information of the direction of an optical axis of a wafer 5 (Z direction) is detected by using each above element based on the field location detection principle shown in drawing 1 or drawing 2 .

[0030] Drawing 4 is the explanatory view showing the detection fields S1-S5 of the field positional information over the exposure field 57 on a wafer side in the projection aligner of a step-and-repeat method.

[0031] The detection field spreads out compared with the slit image projection detection method of the former [gestalt / this / operation]. Field location detection is computing the average of five points. Moreover, detection of the inclination omega x of the direction of X is performed by measuring the output from the field S1+ field S2 and the field S4+ field S5. Moreover, inclination omega y of the direction of Y is performed by measuring the output from field S1+ field S4 and the field S2+ field S5. In addition, each measurement area is further extended like drawing 4 (B) , and

you may make it each measurement field overlap.

[0032] Drawing 5 is the explanatory view showing the detection fields S1-S3 of the field positional information over the exposure field 56 on a wafer side in the projection aligner of a step and a scanning method.

[0033] Since the exposure field 56 becomes a rectangle, he is trying for a field location detection field to also become a rectangle in the case of the step of this operation gestalt, and the projection aligner of a scanning method. Field location detection is performed by computing the average to fields S1-S3. The comparison with a field S1 and a field S3 is performing measurement of the inclination omega x of the direction of X. Since inclination omega y of the direction of Y is automatically compensated by controlling a field location in the scanning direction (in this case, the direction of X), this operation gestalt has not dared indicate it. Drawing 5 (B) shows the case where only the distance d a stage runs in the meantime has shifted and arranged AF measure point, when there will be delay, by the time drawing 5 (C) controls the time of AF (automatic focus) measurement, and a stage to desired height and an inclination, when a part of measurement field of drawing 5 (A) is made to overlap. In this case, the stage migration direction is a positive direction of X.

[0034] Although point of measurement is five points and three points in drawing 4 and drawing 5, naturally according to the purpose, the number of measure points and arrangement may change. Moreover, when the exposure image surface is not a flat surface, you may make it double a wafer side with the optimal image surface, referring to the value of each point, although the average of each point is computed as a detection value of field positional information.

[0035] Although each operation gestalt explained above showed the case where this invention was applied to the projection aligner of a contraction mold, this invention is applicable to the aligner of the type of those other than the equipment shown in drawing 3, for example, the equipment which projects a pattern image by the projection mirror system, the equipment which projects a pattern image according to the projection optics constituted from a lens and a mirror. Moreover, this invention can use the electron beams and electron lenses other than an optical aligner, and can apply them also like the electron beam machine and X-ray aligner which draw a circuit pattern or project a circuit pattern. Moreover, this invention is applicable also like the optical instrument as which the field location detection of those other than an aligner is required.

[0036] Next, the example of the manufacture approach of a semiconductor device of having used the projection aligner which gave [above-mentioned] explanation is explained.

[0037] Drawing 7 shows the flow of manufacture of semiconductor devices (semiconductor chips, such as IC and LSI, or a liquid crystal panel, CCD, etc.).

[0038] The circuit design of a semiconductor device is performed at step 1 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at step 2 (mask manufacture).

[0039] On the other hand, at step 3 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using ingredients, such as silicon. Step 4 (wafer process) is called a last process, and forms an actual circuit on a wafer with a lithography technique using said mask and wafer which were prepared.

[0040] The following step 5 (assembly) is called a back process, is a process semiconductor-chipized using the wafer produced by step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure).

[0041] At step 6 (inspection), the check test of the semiconductor device produced at step 5 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (step 7).

[0042] Drawing 8 shows the detailed flow of the above-mentioned wafer process. The front face of a wafer is oxidized at step 11 (oxidation). An insulator layer is formed in a wafer front face at step 12 (CVD).

[0043] At step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at step 14 (ion implantation). A sensitization agent is applied to a wafer at step 15 (resist processing). At step 16 (exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out with said explained aligner at a wafer.

[0044] The exposed wafer is developed at step 17 (development). Parts other than the developed

resist are shaved off at step 18 (etching). The resist which etching ended and became unnecessary is removed at step 19 (resist exfoliation). A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps multiplex.

[0045] If the manufacture approach of this example is used, the semiconductor device of a high degree of integration for which manufacture was difficult can be manufactured easily conventionally.

[0046]

[Effect of the Invention] A projection means according to this invention to project a predetermined pattern on this body side from an oblique position as mentioned above in case an oblique-incidence method detects the field positional information of a body side, By setting up appropriately each element of a re-image formation means to carry out re-image formation of the pattern formed in this body side on a predetermined side from an oblique position The manufacture approach of the device using the field location detection equipment and it which can detect field positional information with high precision and easily, without being projected the shape of reflection factor unevenness or surface type of a body side can be attained.

[0047] Especially according to this invention, the image of the 1st zone plate which has the 1st focal distance on the pattern plate by the side of incidence is projected on a wafer side. The image is led on the 2nd zone plate which has the 2nd focal distance on the pattern plate by the side of injection further. By detecting the condensing point location of the Moire fringe zone plate generated with the 1st image of a zone plate and 2nd zone plate, the field location detection equipment in which the high-speed processing which cannot be easily influenced of the reflection factor unevenness of a wafer side or a manifestation configuration is possible is realizable.

[Translation done.]

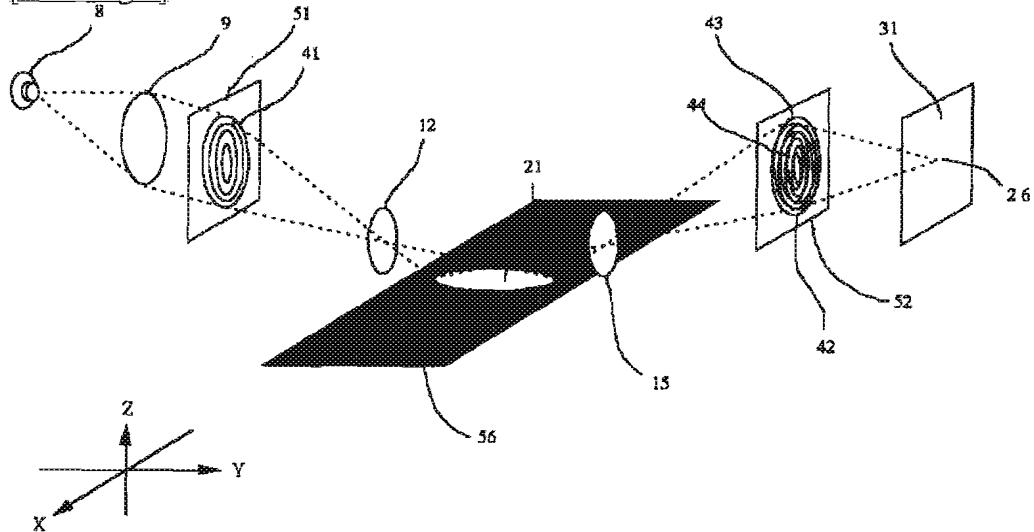
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

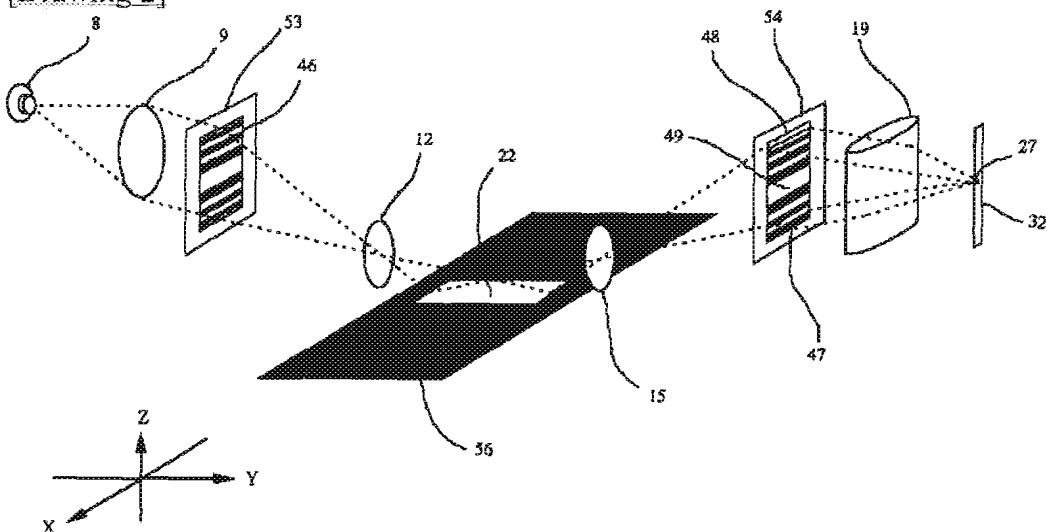
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

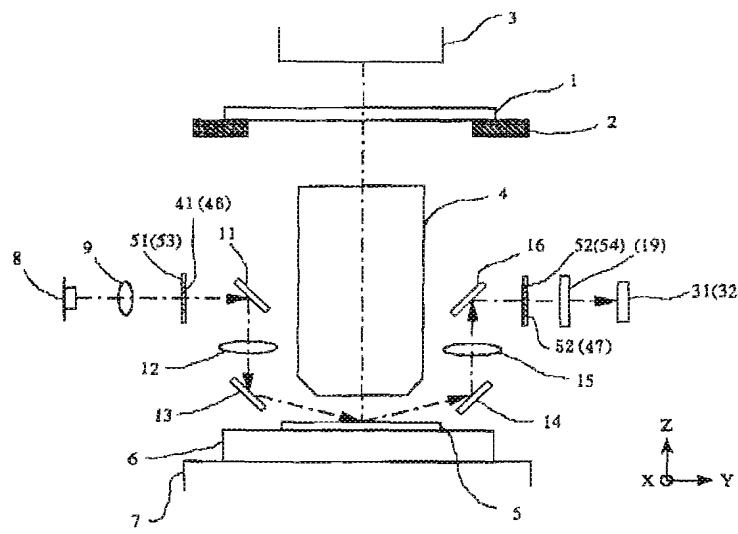
[Drawing 1]



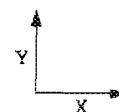
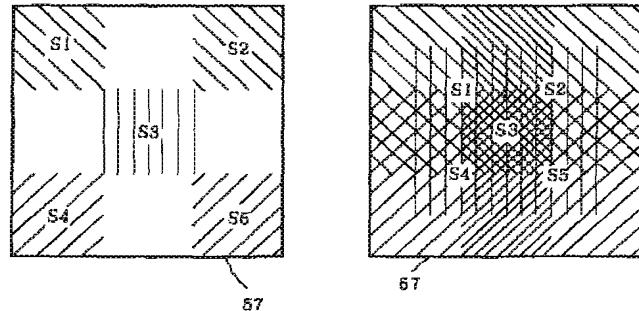
[Drawing 2]



[Drawing 3]

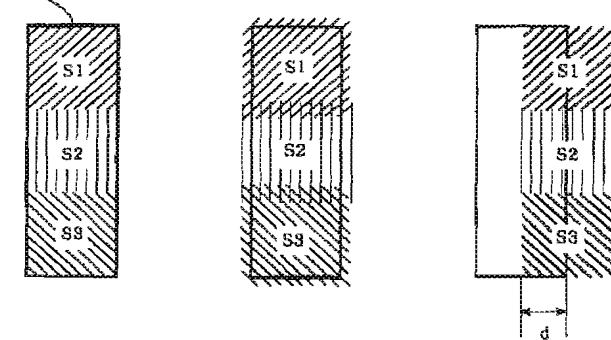
[Drawing 4]
(A)

(B)

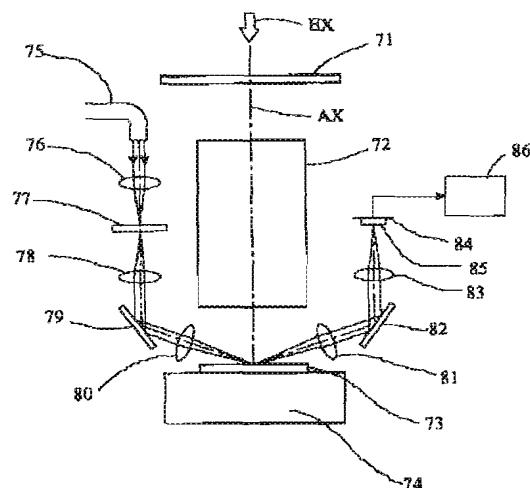
[Drawing 5]
(A)

(B)

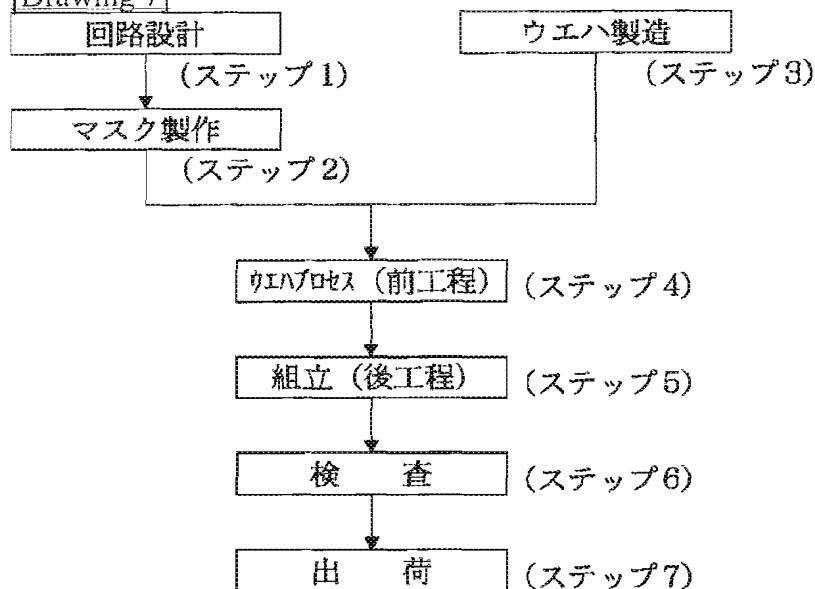
(C)



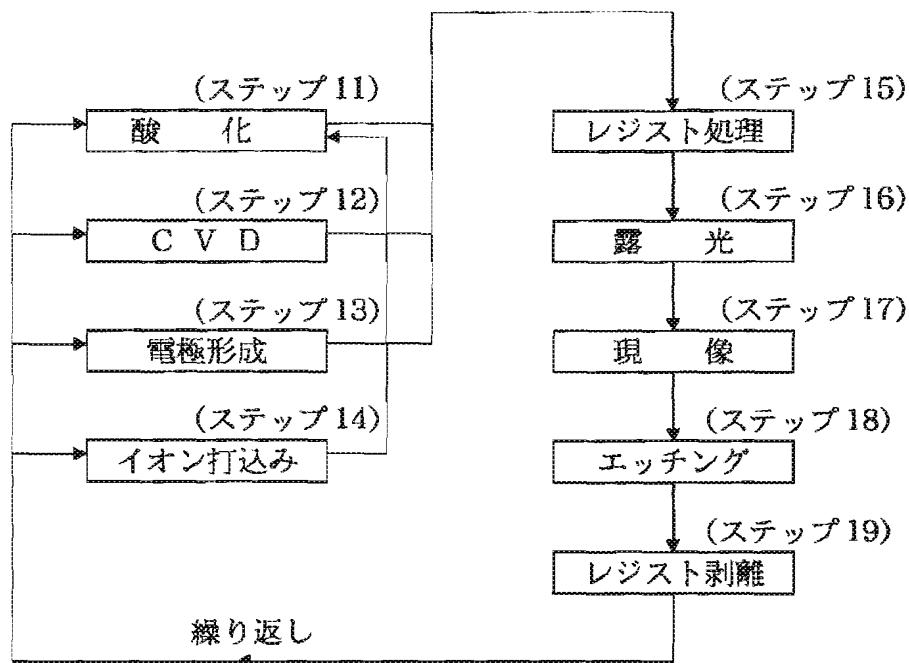
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-210629

(43)公開日 平成9年(1997)8月12日

(51)Int.Cl. ^a	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 01 B 11/00			G 01 B 11/00	G
			11/26	G
G 03 F 7/20	5 2 1		G 03 F 7/20	5 2 1
			9/00	H
H 01 L 21/027			H 01 L 21/30	5 2 6 B
審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全8頁)				

(21)出願番号 特願平8-40468

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(22)出願日 平成8年(1996)2月2日

(72)発明者 長谷川 雅宣

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

(72)発明者 宮崎 恭一

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

(72)発明者 吉井 実

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ
ヤノン株式会社小杉事業所内

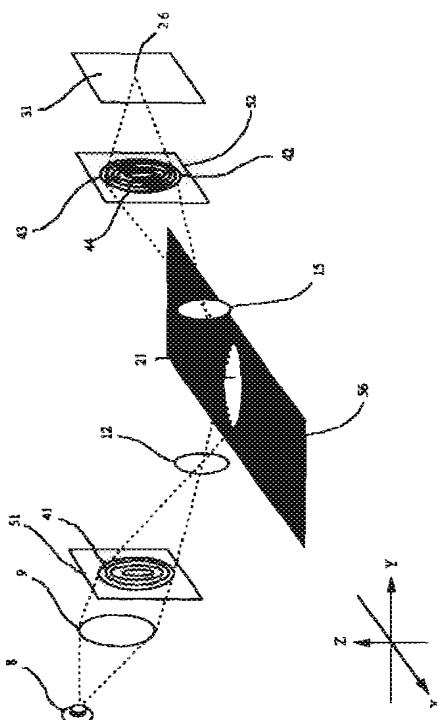
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】面位置検出装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

(57)【要約】

【課題】 ウエハ面の光軸方向の面位置情報を高精度に検出することができる面位置検出装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を得ること。

【解決手段】 照明手段で照明された集光作用を有する第1格子からの光束を結像素子で集光して被検物体面に對して斜め方向から入射させて、該被検物体面上に該第1格子の像を形成し、該被検物体面上の第1格子の像を再結像素子で集光作用を有する第2格子上に結像させてモアレ縞を形成し、該モアレ縞による集光点位置を光検出器で検出することにより該被検物体面の面位置情報を得ていること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明手段で照明された集光作用を有する第1格子からの光束を結像素子で集光して被検物体面に對して斜め方向から入射させて、該被検物体面上に該第1格子の像を形成し、該被検物体面上の第1格子の像を再結像素子で集光作用を有する第2格子上に結像させてモアレ縞を形成し、該モアレ縞による集光点位置を光検出器で検出することにより該被検物体面の面位置情報を得ていることを特徴とする面位置検出装置。

【請求項2】 前記第1格子と第2格子は互いに焦点距離が異なる1次元ゾーンプレート又は2次元ゾーンプレートであることを特徴とする請求項1の面位置検出装置。

【請求項3】 第1物体面上のパターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、照明手段で照明された集光作用を有する第1格子からの光束を結像素子で集光して該第2物体面に對して斜め方向から入射させて、該第2物体面上に該第1格子の像を形成し、該第2物体面上の第1格子の像を再結像素子で集光作用を有する第2格子上に結像させてモアレ縞を形成し、該モアレ縞による集光点位置を光検出器で検出することにより該第2物体面の面位置情報を得て、これより第2物体面を該投影光学系の光軸方向に位置調整していることを特徴とする投影露光装置。

【請求項4】 前記第1格子と第2格子は互いに焦点距離が異なる1次元ゾーンフレート又は2次元ゾーンプレートであることを特徴とする請求項3の投影露光装置。

【請求項5】 レチクル面上の回路パターンをウエハ面上に露光する工程を介してデバイスを製造する際、請求項1又は2の面位置検出装置を用いてウエハ面上の面位置情報を検出する工程を利用していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【請求項6】 レチクル面上の回路パターンをウエハ面上に露光する工程を介してデバイスを製造する際、請求項3又は4の投影露光装置を用いていることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は面位置検出装置及びそれを用いたデバイスの製造方法に関し、特にレチクル(マスク)面上に形成されているIC, LS1等の微細な電子回路パターンを投影レンズ(投影光学系)によりウエハ面上に投影し露光するときに該ウエハ面の該投影レンズの光軸方向の面位置及び傾き等の面位置情報を検出し、該ウエハを投影光学系の最良結像面に位置させることにより高集積度のデバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より半導体素子製造用の縮小投影型の露光装置では、第1物体としてのレチクルの回路バ

ーンを投影レンズ系により第2物体としてのウエハ上に投影し露光している。このとき投影露光に先立って面位置検出装置を用いてウエハ面の光軸方向の位置を検出して、該ウエハ面を投影レンズの最良結像面に位置するようしている。

【0003】 面位置検出装置としては、従来より、投影レンズによってマスクパターンが転写される位置に設けた半導体ウエハ面に對して斜め方向から入射光を照射し、その半導体ウエハ表面から斜めに反射する反射光を検出して、その表面位置を検出する斜め入射方式の面位置検出装置が多く用いられている。

【0004】 図6は従来の面位置検出装置の概略図である。同図はレチクル71面上のパターンを投影レンズ72によってウエハ73面上に投影露光する露光装置に適用した場合を示している。

【0005】 同図において、光ファイバ75から射出された照明光は、集光レンズ76を経てパターン形成板77を照明している。パターン形成板77に設けたパターンを透過した照明光は、レンズ78、ミラー79、及び照射対物レンズ80を経て、ウエハ73の露光面に該パターンの像を投影している。このときウエハ73の露光面にはパターン形成板77上に設けたパターンの像が投影レンズ72の光軸AXに対して斜め方向から投影結像される。ウエハ73で反射された照明光は、集光対物レンズ81、ミラー82、及び結像レンズ83を経て受光器84の受光面に入射し、このとき受光器84の受光面85にはパターン形成板77上のパターンの像が再結像されている。図中、ウエハ73が上下方向(光軸AX方向)に動くと、パターンの像は受光面84上を左右に移動することになり、そのパターンの位置を演算回路86により算出することによってウエハ73の光軸AX方向の面位置を検出している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 図6に示す面位置検出装置において、ウエハ73上に投影されるパターンの像は有限の大きさを有している。このとき、そのパターンを投影している領域内でウエハ面の反射率が局所的に異なっていると、受光面85上のパターンの光量重心がシフトするため、ウエハ73の面位置検出をする際に検出誤差が発生してくる。この誤差を低減するためには、パターン像を小さくする方法があるが、あまり小さくするとウエハ73の表面は平坦ではないため、反射光が結像レンズ83の受光NAからけられてしまい、パターン像からの反射光を検出することができないといった問題点が生じてくる。

【0007】 このときの検出誤差要因を多点計測による平均化効果により軽減しようといった試みが特開平6-283403号公報で提案されている。しかしながら、計測面全面にわたってパターンの像を投影し、そのパターンの数だけ受光器を配置することは製造加工上大変困

難である。

【0008】本発明は斜め入射方式により物体面の面位置情報を検出する際に、該物体面に所定のパターンを斜方向から投影する投影手段と、該物体面に形成したパターンを斜方向から所定面上に再結像させる再結像手段の各要素を適切に設定することにより、物体面の反射率むらや表面形状に投影されずに面位置情報を高精度にしかも容易に検出することができる面位置検出装置及びそれを用いたデバイスの製造方法の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の面位置検出装置は、

(1-1) 照明手段で照明された集光作用を有する第1格子からの光束を結像素子で集光して被検物体面に対して斜め方向から入射させて、該被検物体面上に該第1格子の像を形成し、該被検物体面上の第1格子の像を再結像素子で集光作用を有する第2格子上に結像させてモアレ縞を形成し、該モアレ縞による集光点位置を光検出器で検出することにより該被検物体面の面位置情報を得ていることを特徴としている。

【0010】特に、(1-1-1)前記第1格子と第2格子は互いに焦点距離が異なる1次元ゾーンプレート又は2次元ゾーンプレートであることを特徴としている。

【0011】本発明の投影露光装置は、

(2-1) 第1物体面上のパターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、照明手段で照明された集光作用を有する第1格子からの光束を結像素子で集光して該第2物体面に対して斜め方向から入射させて、該第2物体面上に該第1格子の像を形成し、該第2物体面上の第1格子の像を再結像素子で集光作用を有する第2格子上に結像させてモアレ縞を形成し、該モアレ縞による集光点位置を光検出器で検出することにより該第2物体面の面位置情報を得て、これより第2物体面を該投影光学系の光軸方向に位置調整していることを特徴としている。

【0012】特に、(2-1-1)前記第1格子と第2格子は互いに焦点距離が異なる1次元ゾーンプレート又は2次元ゾーンプレートであることを特徴としている。

【0013】本発明のデバイスの製造方法は、構成(1-1)の面位置検出装置又は構成(2-1)の投影露光装置を用いてレチクル面上の回路パターンをウエハ面上に露光する工程を介してデバイスを製造していることを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は本発明の面位置検出装置の実施形態1の要部斜視図である。本実施形態では物体としてデバイス製造用のウエハを用いて、そのウエハ面の垂直方向(Z方向)の面位置情報を検出する場合を示している。

【0015】図1において、光源手段8から射出された

光束はコリメータレンズ9により平行光束にされ、入射側のフレネルゾーンプレート(以下、「F Z P」という。)41が描画されている入射側のパターン板(第1格子)51を照射している。光源手段8とコリメータレンズ9は照明手段の要素を構成している。パターン板51は水晶等からなり、F Z P 41はその上にクロム等で描画されている。F Z P 41は焦点距離f1をもつ集光性のフレネルゾーンプレートより成っている。F Z P 41とウエハ面56はレンズ系(結像素子)12に関して共役になっており、F Z P 41の像はウエハ面56上の領域21に投影される。

【0016】15はレンズ系(再結像素子)である。52は射出側のパターン板(第2格子)であり、パターン板51と同じようなガラス板より成り、その面上には焦点距離f2をもつ集光性のフレネルゾーンプレートF Z P 42が描画されている。領域21に形成されたF Z P 41の像はレンズ系15により、領域21と共役な位置にあるパターン板52面上にF Z P像43として再結像している。尚、F Z P 41, 42はいずれも2次元な集光作用を有している。

【0017】レンズ系12とレンズ系15は実際には複数のレンズで構成されている。ガラス板52上では投影された入射側のF Z P 41のF Z P像43と出射側のF Z P 42によってモアレ縞Z P 44が形成される。26はモアレ縞Z P 44による光束の集光点(スポット)である。31はセンサー面であり、スポット26の位置情報を検出している。ガラス板52上に投影されたF Z P 41のF Z P像43は、ウエハ面56への光束の入射角度が小さい場合、ウエハ面56の+ΔZ方向(ウエハ面56と垂直方向)の変位に対しガラス板52上で約-kΔZだけ変位する(レンズ系15がk倍の結像系の場合)。ウエハ面56とガラス板52が共役のウエハ共役系の場合は、この-kがウエハ面56の面位置情報の検出倍率となる。

【0018】本実施形態ではセンサー面31上でのスポット26の変位よりウエハ面56の面位置情報を検出している。このため本実施形態では、これにモアレによる倍率βを乗算した-kβが最終的な検出倍率となっている。モアレの倍率βは2つのF Z P 41, 42の焦点距離f1とf2とから、

$$\beta = 1 / |1 - f_1 / f_2|$$

により算出される。

【0019】例えば、f1=100mm, f2=102mmとすると、β=50となる。即ち、本実施形態の面位置検出系では通常のウエハ共役系の面位置検出系と比べて50倍の検出感度が得られるという特徴がある。

【0020】又、レンズ系15を等倍結像系(k=1)とすると、ウエハ面56がZ方向に+1μm変位したとき、スポット26はセンサー面31上を-50μm変位する。スポット26の変位を検出する検出器としては、

CCDやPSDのような位置検出センサーが使用可能である。センサー31からの出力信号は、例えばステップアンドリピート方式の半導体露光装置においては、ステージの高さ、傾斜を修正するための補正信号として、またステップアンドスキャン方式の露光装置においては、それらを制御するための目標値信号として利用している。

【0021】本実施形態では以上のように、2つのFZP41, 42を利用することにより、ウエハ面56の面位置情報を高精度に検出している。又、本実施形態ではセンサー31面上のスポット26にとってウエハ表面56と瞳面と共にになっている。ウエハ共役系においては、ウエハ表面56の反射率むらは直接検出光の輝度むらとなるため、ウエハ面の高さ検出エラーを原理的になくすることが難しい。ところが本実施形態においては、ウエハ面と参照パターン面は共役になっているため、再結像したFZP像43は反射率むらが生じるが、最終的なセンサー31面上でのスポット26の発生する位置はFZP像43の位置と出射側のFZP42の位置のみの関数で表わされるため、ウエハ面の反射率むらの影響を原理的に受けないといった利点がある。

【0022】又、本実施形態では被測定面の面情報を計測スポット26の位置情報に集約されるため（平均化されるため）、測定点の数だけスリットやセンサーを配置することなく、面位置検出用の計測系の配設が容易であるといった効果もある。

【0023】またこのようにウエハ面の反射率むらや表面形状に影響を受けにくい信号がセンサー面31に投影されるため、その面位置検出のための複雑な処理が不要となり、ステップアンドスキャンのように高遠な処理が要求される面位置検出装置にとっては特に好適である。

【0024】図2は本発明の面位置検出装置の実施形態2の要部斜視図である。本実施形態は、図1の実施形態1に比べて2次元的なゾーンプレートを用いる代わりにZ方向にのみパワーを有する1次的なゾーンプレート46, 47を用いていること、出射側のFZP47の後方にX方向にパワーを有するシリンドリカルレンズ19を設けていること、そしてこれによりウエハ面56の面位置情報の検出をしている点が異なっているだけであり、モアレ縞を利用した検出原理や検出倍率等、その他の基本的な構成は同じである。

【0025】本実施形態ではシリンドリカルレンズ19のレンズ作用によりX方向の高さ情報を積分し、結果としてウエハ面56上の2次元の計測エリア22の平均高さをラインセンサ32上の計測スポット27の位置の関数として求めている。FZP46, 47を1次元化することのメリットは検出方向（Z）以外の方向への敏感度をなくせることと、矩形のエリアを照明しやすいことである。特にステップアンドスキャンの露光装置においては、露光光の照明領域が矩形に近い形になるため、面位

置検出装置の検出領域もそれに近い形となることが望ましい。

【0026】図3は本発明の面位置検出装置をデバイス製造用のステップアンドリピート方式又はステップアンドスキャン方式の投影露光装置に適用したときの実施形態3の要部概略図である。

【0027】同図においては、露光照明系3からの露光光でレチクルステージ2に載置したレチクル1を照明し、レチクル1面上の回路パターンを投影光学系4でウエハチャック6に載置したウエハ5面上にステップアンドリピート方式又はステップアンドスキャン方式で順次投影露光している。ステップアンドスキャン方式のときはレチクルステージ2又は／及びウエハステージ7を同期させて光軸と直交する方向に走査させて行っている。面位置検出装置は図1又は図2に示す構成より成り、ウエハ5面の光軸方向（Z方向）の面位置情報を検出し、該検出結果に基づいて駆動手段（不図示）でXYZステージ7を駆動させて、これによりウエハ5を投影光学系4の最良結像面に位置合わせをしている。

【0028】面位置検出装置としての構成は、図1又は図2に示す構成を用いている。即ち、光源手段8とコリメータレンズ9より成る照明手段からの光束でパターン板51（53）のFZP41（46）を照明している。レンズ系12はFZP41（46）をミラー11, 13を介してウエハ5面上に斜方向から結像している。レンズ系15はウエハ5面上のFZP41（46）の像を斜方向からミラー14, 16を介してFZP52（47）面上に再結像し、これによりモアレ縞を形成している。センサー31（32）はモアレ縞から生じるスポットの位置を検出している。シリンドリカルレンズ19は1次元のFZP46, 47を用いたときに光路中に装着している。

【0029】本実施形態では以上の各要素を用いることにより、図1又は図2に示す面位置検出原理に基づいてウエハ5の光軸方向（Z方向）の面位置情報を検出している。

【0030】図4はステップアンドリピート方式の投影露光装置において、ウエハ面上の露光領域57に対する面位置情報の検出領域S1～S5を示す説明図である。

【0031】本実施形態は従来のスリット像投影検出方式と比べて検出領域が拡がっている。面位置検出は5点の平均値を算出している。またX方向の傾き ω_x の検出は領域S1+領域S2と領域S4+領域S5からの出力を比較することによって行っている。またY方向の傾き ω_y は領域S1+領域S4と領域S2+領域S5からの出力を比較することによって行っている。尚、図4

（B）のように各計測エリアを更に拡げて各計測領域がオーバーラップするようにしても良い。

【0032】図5はステップアンドスキャン方式の投影露光装置において、ウエハ面上の露光領域56に対する

面位置情報の検出領域S1～S3を示す説明図である。

【0033】本実施形態のステップアンドスキャン方式の投影露光装置の場合、露光領域56が矩形になるので面位置検出領域も矩形になるようにしている。面位置検出は領域S1～S3までの平均値を算出することによって行っている。X方向の傾き ω_x の計測は領域S1と領域S3との比較によって行っている。Y方向の傾き ω_y はスキャン方向（この場合はX方向）に面位置を制御することにより自動的に補償されるため本実施形態ではあえて記載していない。図5（B）は図5（A）の計測領域を一部オーバーラップさせた場合、図5（C）はAF（オートフォーカス）計測時とステージを所望の高さ、傾きに制御するまでにディレイがある場合、その間ステージが走行する距離dだけAF計測点をずらして配置した場合を示している。この場合、ステージ移動方向はXの正の方向である。

【0034】図4、図5では測定点が5点と3点となっているが、目的に応じて計測点数と配置は当然変わり得るものである。また面位置情報の検出値として各点の平均値を算出するましたが、露光像面が平面でない場合などは各点の値を参照しながら最適像面にウエハ面を合わせ込むようにしても良い。

【0035】以上説明した各実施形態では、本発明を縮小型の投影露光装置に適用した場合を示したが、本発明は図3に示した装置以外のタイプの露光装置、例えば投影ミラー系によりパターン像を投影する装置や、レンズ及びミラーで構成した投影光学系によりパターン像を投影する装置等にも適用できる。また本発明は光学式の露光装置以外の、例えば電子ビームと電子レンズとを使用して、回路パターンを描画したり或いは回路パターンを投影したりする電子ビーム露光装置やX線露光装置にも同様に適用することができる。また本発明は露光装置以外の面位置検出が要求される光学機器にも同様に適用することができる。

【0036】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。

【0037】図7は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或いは液晶パネルやCCD等）の製造のフローを示す。

【0038】ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0039】一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0040】次のステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシ

ング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0041】ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0042】図8は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0043】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0044】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0045】本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、斜め入射方式により物体面の面位置情報を検出する際に、該物体面に所定のパターンを斜方向から投影する投影手段と、該物体面に形成したパターンを斜方向から所定面上に再結像させる再結像手段の各要素を適切に設定することにより、物体面の反射率むらや表面形状に投影されずに面位置情報を高精度にしかも容易に検出することができる面位置検出装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を達成することができる。

【0047】特に本発明によれば、入射側のパターン板上の第1焦点距離を有する第1のゾーンプレートの像をウエハ面上に投影し、その像をさらに射出側のパターン板上の第2の焦点距離を有する第2のゾーンプレート上に導き、第1のゾーンプレートの像と第2のゾーンプレートによって発生するモアレ縞ゾーンプレートの集光点位置を検出することにより、ウエハ面の反射率むらや表面形状の影響を受けにくい高速処理が可能な面位置検出装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の面位置検出装置の実施形態1の要部斜視図

【図2】本発明の面位置検出装置の実施形態2の要部斜視図

【図3】本発明の面位置検出装置を投影露光装置に適用

したときの実施形態3の要部概略図

【図4】本発明をステップアンドリピート方式の露光装置に適用した場合の計測点配置の例

【図5】本発明をステップアンドスキャン方式の露光装置に適用した場合の計測点配置の例

【図6】従来の面位置検出装置の概略図

【図7】本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図8】本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【符号の説明】

- 1 レチクル
- 2 レチクルスキャンステージ
- 3 露光光源
- 4 縮小投影レンズ
- 5 ウエハ
- 6 ウエハチャック

* 7 レチクルスキャンステージ

8 光源手段

9 コリメータレンズ

11, 13, 14, 16 ミラー

12, 15 レンズ系

19 シリンドリカルレンズ

31 2次元センサー

32 1次元センサー

41 入射側2次元ゾーンプレート

10 42 出射側2次元ゾーンプレート

46 入射側1次元ゾーンプレート

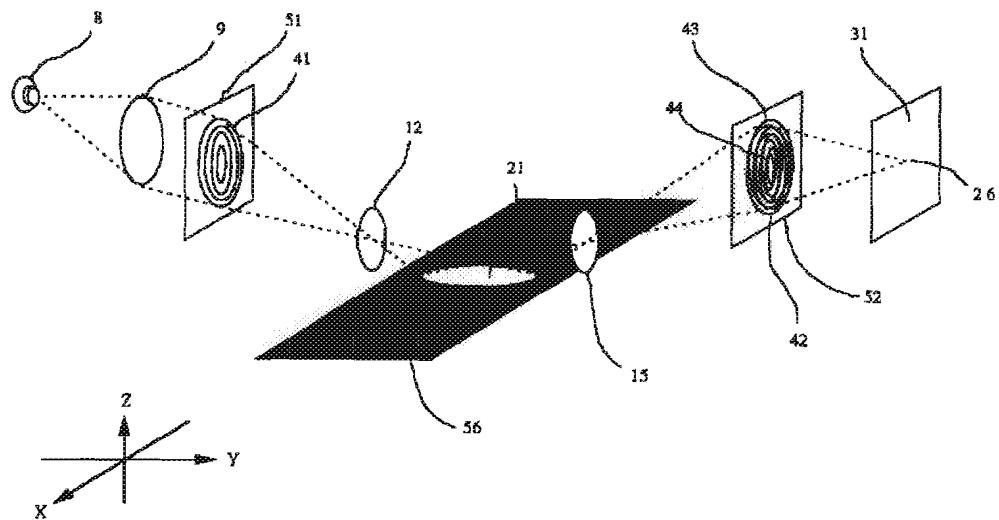
47 出射側1次元ゾーンプレート

51, 53 入射側パターン板

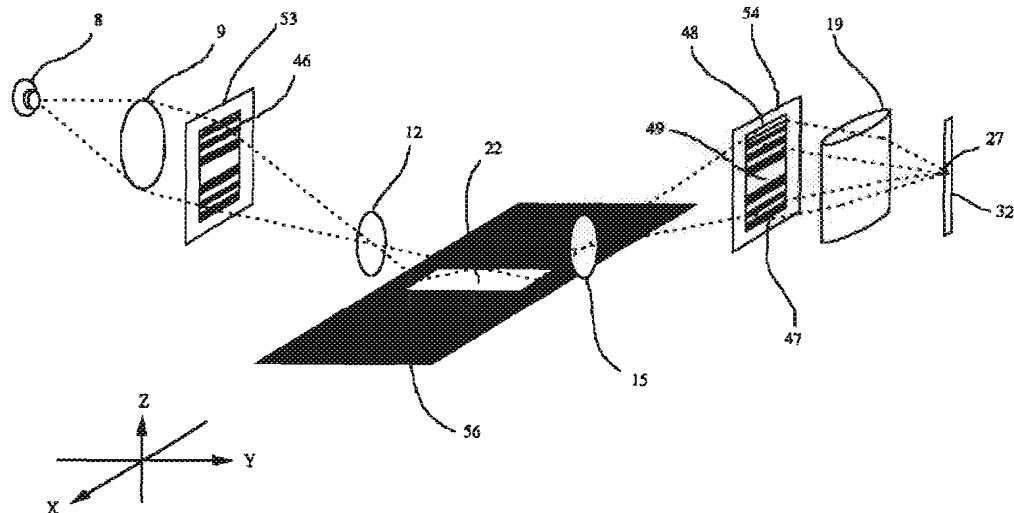
52, 54 出射側パターン板

*

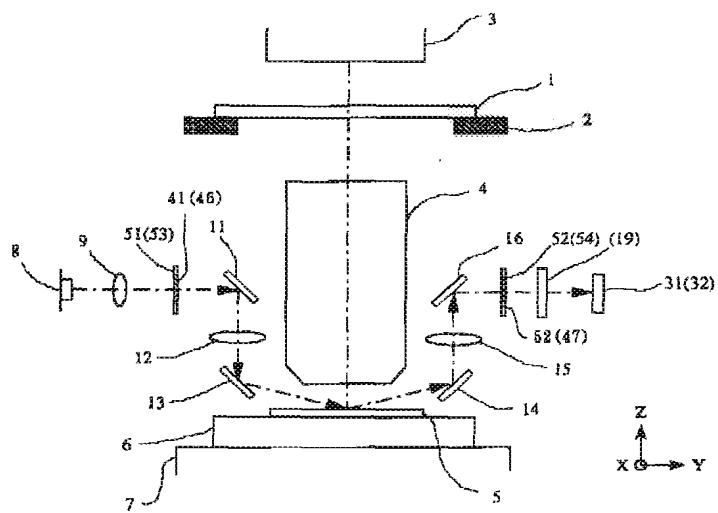
【図1】



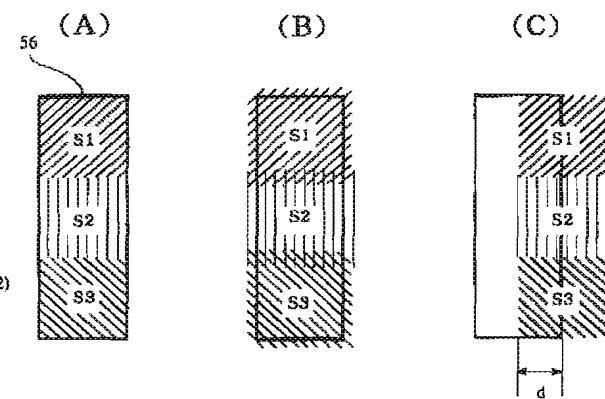
【図2】



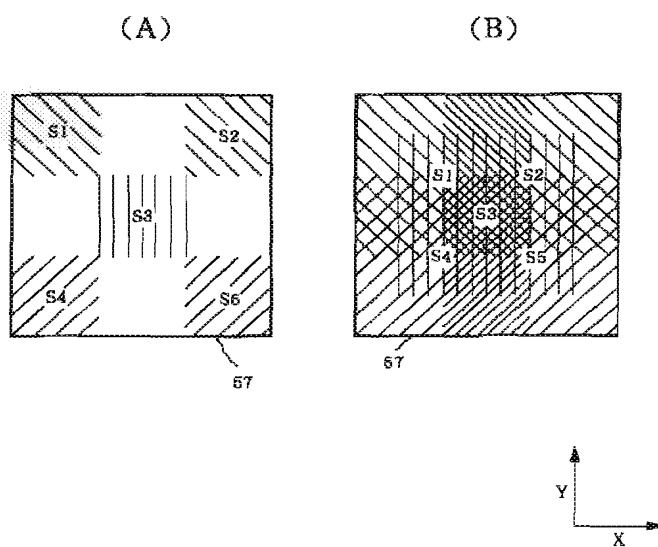
[図3]



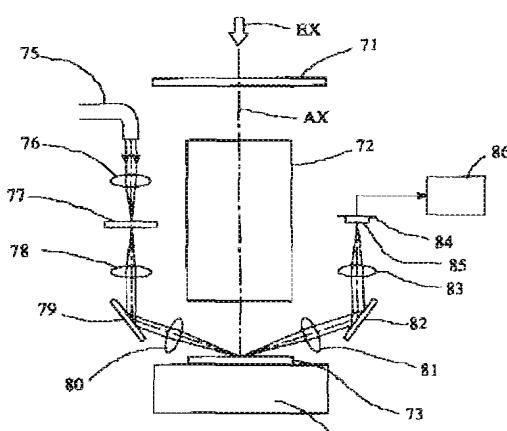
[図 5]



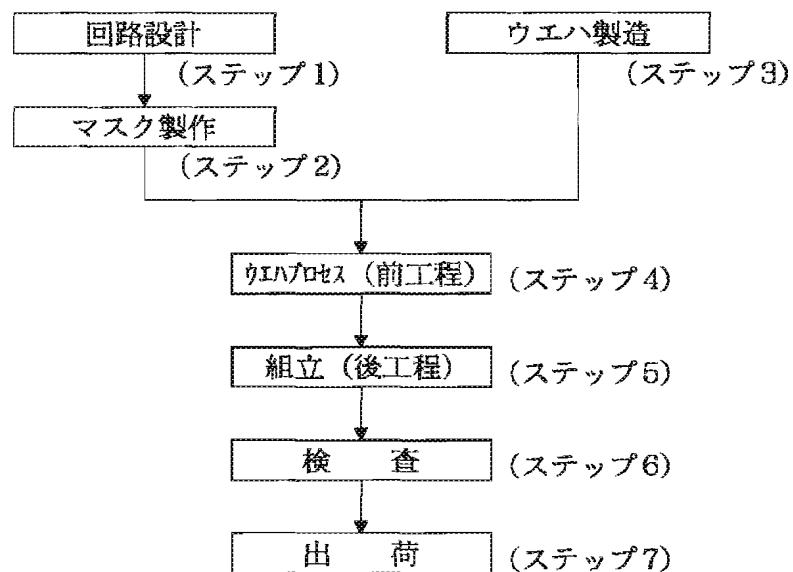
4



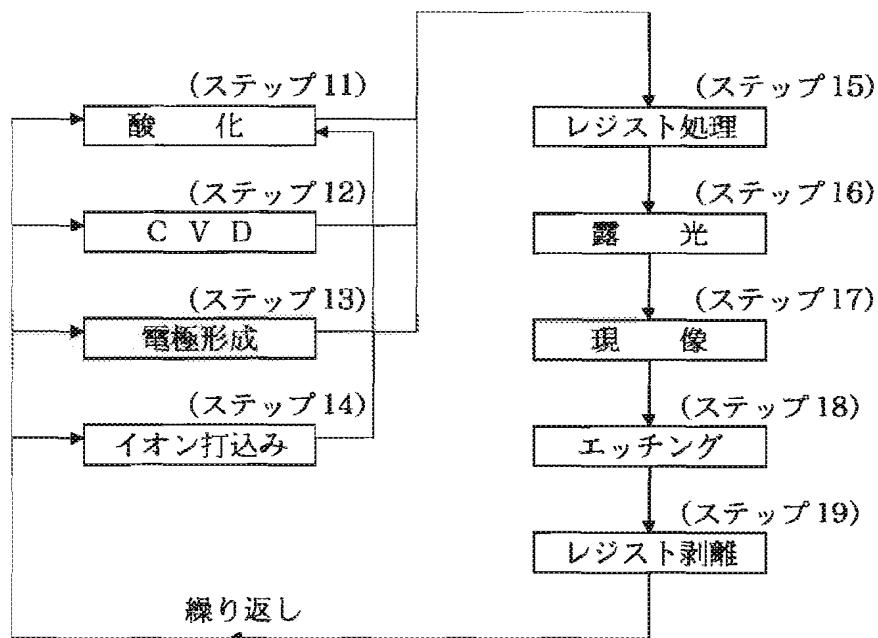
[圖 6]



【図7】



【図8】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成15年3月12日(2003.3.12)

【公開番号】特開平9-210629

【公開日】平成9年8月12日(1997.8.12)

【年通号】公開特許公報9-2107

【出願番号】特願平8-40468

【国際特許分類第7版】

G01B 11/00

11/26

G03F 7/20 521

9/00

H01L 21/027

【F1】

G01B 11/00 G

11/26 G

G03F 7/20 521

9/00 H

H01L 21/30 526 B

【手続補正書】

【提出日】平成14年12月13日(2002.12.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】15はレンズ系(再結像素子)である。52は射出側のパターン板(第2格子)であり、パターン板51と同じようなガラス板より成り、その面上には焦点距離f2をもつ集光性のフレネルゾーンプレートFZP42が描画されている。以下5.2をガラス板ともいう。領域21に形成されたFZP41の像はレンズ系15により、領域21と共に位置にあるパターン板52面上にFZP像43として再結像している。尚、FZP41, 42はいずれも2次元な集光作用を有している。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】レンズ系12とレンズ系15は実際には複数のレンズで構成されている。ガラス板52上では投影された入射側のFZP41のFZP像43と出射側のFZP42によってモアレ縞ZP44が形成される。26はモアレ縞ZP44による光束の集光点(スポット)である。31はセンサー一面(センサー)であり、スポット26の位置情報を検出している。ガラス板52上に投影されたFZP41のFZP像43は、ウエハ面56への光束の入射角度が小さい場合、ウエハ面56の+ΔZ方向(ウエハ面56と垂直方向)の変位に対しガラス板52上で約-kΔZだけ変位する(レンズ系15がk倍の結像系の場合)。ウエハ面56とガラス板52が共役のウエハ共役系の場合は、この-kがウエハ面56の面位置情報の検出倍率となる。